

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

JC997 U.S. PTO  
09/975876  
10/11/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年10月31日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-332160

出 願 人  
Applicant(s):

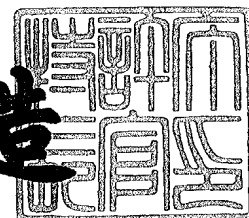
有限会社ピエデック技術研究所

*Priority  
Chakera  
5-250*

2001年 7月19日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3064714

【書類名】 特許願

【整理番号】 PJ017375

【提出日】 平成12年10月31日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H03H 9/215

【発明の名称】 屈曲水晶振動子

【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中野区上高田1-44-1 有限会社 ピエデック技術研究所内

【氏名】 川島 宏文

【特許出願人】

【住所又は居所】 東京都中野区上高田1-44-1

【氏名又は名称】 有限会社 ピエデック技術研究所

【代理人】

【識別番号】 100072051

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 興作

【選任した代理人】

【識別番号】 100059258

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 暁秀

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 074997

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【書類名】 明細書

【発明の名称】 屈曲水晶振動子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 音叉腕の中立線を挟んだ中央部の上下面に溝を設け、当該溝には同極となる電極が側面には異電極が配置され、一方の音叉腕の溝の電極と他方の音叉腕の側面電極は同極に、更に、一方の音叉腕の側面電極と他方の音叉腕の溝の電極は同極となるように構成された事の特徴とする屈曲水晶振動子。

【請求項 2】 音叉型屈曲水晶振動子の音叉腕の中立線を挟んだ中央部と各音叉腕を連結する基部に溝を設けた事の特徴とする屈曲水晶振動子。

【請求項 3】 各音叉腕の側面と溝及び基部の溝に電極が配置され、且つ隣接する電極が異電極となるように構成された事の特徴とする請求項 2 項記載の屈曲水晶振動子。

【請求項 4】 2 個の音叉型屈曲水晶振動子を音叉基部で接続、且つ、一体に形成されている事の特徴とする請求項 1 項記載の屈曲水晶振動子。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は屈曲水晶振動子の形状及び電極構成に関する。特に、小型化、高精度化、耐衝撃性、低廉化の要求の強い携帯機器用の基準信号源として最適な新形状、新電極構成の屈曲水晶振動子に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来の技術としては、音叉型水晶振動子がよく知られている。図 1 2 にこの従来例の概観図を示す。図 1 2 に於いて水晶振動子 2 0 0 は 2 本の音叉腕 2 0 1，2 0 2 から構成されている。励振電極は音叉腕の表裏面と側面に配置されている。図 1 3 には図 1 2 の音叉腕の断面図を示す。音叉腕の断面形状は一般的には長方形をしている。一方の音叉腕の断面の上面には電極 2 0 3 が下面には電極 2 0 4 が配置されている。側面には電極 2 0 5 と 2 0 6 が設けられている。他方の音叉腕の上面には電極 2 0 7 が下面には電極 2 0 8 が、更に側面には電極 2 0 9，

210が配置され2電極端子H, H' 構造を成している。今、H, H' 間に直流電圧を印加すると電界は矢印方向に働く。その結果、一方の音叉腕が内側に曲がると他方の音叉腕も内側に曲がる。この理由は、x軸方向の電界成分 $E_x$ が各音叉腕の内部で方向が反対になるためである。交番電圧を印加することにより振動を持続することができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

音叉型屈曲水晶振動子の損失等価直列抵抗 $R_1$ は電界成分 $E_x$ が大きいほど小さくなり、品質係数 $Q$ 値が大きくなる。

しかしながら、従来から使用されている音叉型屈曲水晶振動子は、図13で示したように、各音叉腕の表裏側面の4面に電極を配置している。そのために、小型化すると、電界成分 $E_x$ が小さくなり損失等価直列抵抗 $R_1$ が大きく、且つ、 $Q$ 値が小さくなるなどの課題が残されていた。このようなことから、超小型で、 $Q$ 値が高くなる新形状で、電気機器変換効率の良い電極配置構成が所望されていた。

【0004】

【課題を解決するための手段】

本発明は以下の方法で従来の課題を解決するものである。すなわち、音叉腕の中立線を挟んだ中央部の上下面に溝を設け、当該溝には同極となる電極が側面には異電極が配置され、一方の音叉腕の溝の電極と他方の音叉腕の側面電極は同極に更に、一方の音叉腕の側面電極と他方の音叉腕の溝の電極は同極となるように構成することにより課題を解決している。

【0005】

【作用】

このように、本発明は音叉型屈曲水晶振動子で、しかも、音叉腕の中立線を挟んだ中央部に溝を設け、且つ、電極を配置することにより、電氣的諸特性に優れた超小型の音叉屈曲水晶振動子が得られる。

【0006】

【実施例】

以下、本発明の実施例を図面に基づき具体的に述べる。

(実施例 1)

図 1 は本発明の音叉型屈曲水晶振動子 1 の外観図とその座標系を示す。座標系は原点 0、電気軸  $x$ 、機械軸  $y$ 、光軸  $z$  からなり  $0-x y z$  を構成している。本発明の音叉型屈曲水晶振動子 1 は音叉腕 2、音叉腕 3 と音叉基部 4 から成り、音叉腕 2 と音叉腕 3 は音叉基部 4 に接続されている。更に、音叉腕 2 の上面には中立線を挟んで溝 5 が音叉腕 3 の上面には同様に溝 11 が設けられている。角度  $\theta$  は  $x$  軸廻りの回転角で通常は  $0 \sim 10^\circ$  の範囲に選ばれる。

【0007】

図 2 は図 1 の音叉型屈曲水晶振動子の断面図を示す。音叉腕 2 の  $A-A'$  断面図を右側に、音叉腕 3 の  $B-B'$  断面図を左側に示す。音叉腕 2 には中立線を挟んで溝 5, 6 が設けられている。更に、溝 5 には電極 7 が、溝 6 には電極 8 が配置され、その側面には電極 9, 10 が配置されていて、電極 7, 8 と電極 9, 10 は異電極となるように構成されている。

【0008】

音叉腕 3 にも音叉腕 2 と同様に溝 11, 12 が設けられている。溝 11 には電極 13 が、溝 12 には電極 14 が配置されている。更に、その側面には電極 15, 16 が配置されていて、電極 13, 14 と電極 15, 16 は異電極となるように構成されている。又、音叉腕 2 と音叉腕 3 の電極は図 2 に示すように接続され、2 電極端子構造  $C-C'$  を形成する。今、電極端子  $C-C'$  間に直流電圧を印加すると、音叉腕 2 と音叉腕 3 には電界  $E_x$  が各矢印方向に働く。この電界  $E_x$  は音叉腕内を垂直に働くので、電界  $E_x$  が大きく、歪の発生が大きくなる。その結果、音叉型屈曲水晶振動子を小型化した場合でも損失等価直列抵抗  $R_1$  の小さい、 $Q$  値の高い音叉屈曲水晶振動子が得られる。

【0009】

図 3 は図 1 の音叉型屈曲水晶振動子 1 の上面図を示す。図 3 では溝 5, 11 の配置及び寸法等を詳述する。音叉腕 2 の中立線 17 を挟むようにして溝 5 が設けられている。他方の音叉腕 3 にも中立線 18 を挟んで溝 11 が設けられている。溝 5 と 11 の幅  $W_2$  は中立線 17, 18 を挟んだ寸法が好ましい。この理由は、

屈曲モードを引き起こすとき、音叉腕 2, 3 の振動を容易にすることができる。換言するならば、等価直列抵抗  $R_1$  の小さい、 $Q$  値の高い振動子可以实现できる。音叉腕 2, 3 の全幅  $W$  は  $W = W_1 + W_2 + W_3$  で与えられ、通常は  $W_1 = W_3$  となるように設計される。又、溝幅  $W_2$  は  $W_2 \geq W_1, W_3$  を満足する条件で設計する。一方、溝の長さ  $l_1$  については、音叉腕から基部 4 の長さ  $l_2$  にまで延在している。音叉型水晶振動子の全長  $l$  は要求される周波数や収納容器の大きさから決定される。図 4 は図 3 の下面図で厚み  $t$  の振動子である。

【0010】

(実施例 2)

図 5 は本発明の音叉型屈曲水晶振動子の他の実施例で、音叉型屈曲水晶振動子 19 の外観図とその座標系を示す。音叉腕 20 と 26 には溝 21 と溝 27 がそれぞれ設けられている。本発明の実施例では、音叉基部 40 に溝 32 と 36 が設けられている。

【0011】

図 6 は図 5 の音叉型屈曲水晶振動子 19 の音叉基部 40 の D-D' 断面図を示す。図 6 では図 5 の水晶振動子の音叉基部 40 の断面形状並びに電極配置について詳述する。音叉腕 20 と連結する音叉基部 40 には溝 21, 22 が設けられている。同様に、音叉腕 26 と連結する音叉基部 40 には溝 27, 28 が設けられている。更に、溝 21 と溝 27 の間には溝 32 と 33 が設けられている。又、溝 22 と溝 28 の間には溝 33 と 37 が設けられている。そして、溝 21 と 22 には電極 23, 24 が、溝 32 と 33 には電極 34, 35 が、溝 36 と 37 には電極 38, 39 が、溝 27 と 28 には電極 29, 30 が配置され、両側面には電極 25, 31 が配置されている。更に、電極 25, 27, 28, 34, 35 には同極に、電極 21, 22, 31, 38, 39 は同極になるように配置されていて、2 電極端子構造 E-E' を構成する。即ち、Z 軸方向に対向する溝電極は同極に、且つ、x 軸方向に隣接する電極は異極になるように構成されている。今、2 電極端子 E-E' に直流電圧を印加 (E 端子に正、E' 端子に負) すると電界  $E_x$  は図 6 に示した矢印のように働く。電界  $E_x$  は水晶の側面に垂直に配置された電極により引き出されるので、電界  $E_x$  が大きくなり、その結果、発生する歪の量

も大きくなる。即ち、等価直列抵抗  $R_1$  の小さい、 $Q$  値の高い音叉型屈曲水晶振動子が小型化した場合でも得られる。

#### 【0 0 1 2】

図 7 は図 5 の音叉型屈曲水晶振動子 1 9 の上面図を示す。図 7 では溝 2 1, 2 7 の配置について特に詳述する。音叉腕 2 0 の中立線 4 1 を挟むようにして溝 2 1 が設けられている。他方の音叉腕 2 6 も中立線 4 2 を挟むようにして溝 2 7 が設けられている。更に、本発明の音叉型屈曲水晶振動子では音叉基部 4 0 にも溝 3 2 と 3 6 が設けられている。このように、本発明の音叉型屈曲水晶振動子の形状と電極構成は小型化した場合でも、電氣的諸特性に優れた、即ち、等価直列抵抗  $R_1$  の小さい、 $Q$  値の高い水晶振動子可以实现できる。尚、幅寸法  $W = W_1 + W_2 + W_3$  と長さ寸法  $l_1, l_2$  については既に図 3 で詳述したので、ここでは省略する。

#### 【0 0 1 3】

##### (実施例 3)

図 8 は本発明の他の実施例を示す。すなわち図 8 は本発明の音叉型屈曲水晶振動子の平面図を示す。2 つの音叉型屈曲水晶振動子 1 0 1 と 1 0 2 は互いの音叉の基部 1 0 3 で角度  $\phi$  を介して一体に形成されている。又、一方の音叉型屈曲水晶振動子 1 0 1 の音叉腕 1 0 4 と 1 0 6 には各々溝 1 0 5 と 1 0 7 が設けられている。他方の音叉型屈曲水晶振動子 1 0 2 の音叉腕 1 0 8 と 1 1 0 には溝 1 0 9 と 1 1 1 が設けられている。このように両音叉型屈曲水晶振動子に角度  $\phi$  を持たせると各水晶振動子には異なる周波数温度特性を持たせることができる。更に、これらの水晶振動子を電氣的に並列に接続することにより、音叉型屈曲水晶振動子の周波数温度特性を改善することができる。図 9 は両音叉型屈曲水晶振動子の電氣的な接続図を示す。

#### 【0 0 1 4】

図 1 0 は本発明の音叉型屈曲水晶振動子の周波数温度特性の一例を示す。図 8 の振動子 1 0 1 が温度特性 1 2 0 を、振動子 1 0 2 が温度特性 1 2 1 を有すると、電氣的に並列に接続されると両水晶振動子の周波数温度特性は曲線 1 2 2 のようになる。即ち、本発明の音叉型屈曲水晶振動子は超小型で、しかも、周波数温

度特性に優れた水晶振動子可以实现できる。

【0015】

(実施例4)

図11は本発明の他の形状の実施例を示す。本発明の音叉型屈曲水晶振動子の平面図を示す。図8の実施例では両振動子間に角度 $\phi$ を設けたが、本実施例では、振動子の外形寸法 $x_1$ ,  $y_1$ と $x_2$ ,  $y_2$ を換えることにより各振動子の周波数温度特性を変えている。音叉型屈曲水晶振動子の場合、周波数温度特性は幅 $x_1$ と長さ $y_1$ の比( $x_1 / y_1$ )あるいは幅 $x_2$ と長さ $y_2$ の比( $x_2 / y_2$ )によって変わるので、各水晶振動子が異なる値を持つように設計する。その結果、図10で示したような周波数温度特性が得られる。

【0016】

図11の振動子形状について詳述すると、一方の音叉型屈曲水晶振動子130は他方の音叉型屈曲水晶振動子131を両振動子音叉基部132で一体に接続形成されている。音叉型屈曲水晶振動子130の音叉腕133, 135には溝134, 136が、更に音叉基部に溝137, 138が設けられている。一方の音叉型屈曲水晶振動子131の音叉腕139, 141には溝140, 142が、又、基部に溝143, 144が設けられている。このように両音叉型屈曲水晶振動子が音叉基部で一体に接続形成されるので、小型化ができ、かつ、周波数温度特性の異なる2つの水晶振動子を容易に得ることができる。更に、これらの振動子を電氣的に並列に接続することにより、より周波数温度特性に優れた音叉型屈曲水晶振動子可以实现できる。

【0017】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明の振動子形状と電極を有する音叉型屈曲水晶振動子を提供することにより、次の如くの著しい効果を有する。

(1) 音叉腕の中立線を挟んで溝を設けるので、電界が垂直に働く。その結果、電気機械変換効率が良くなるので、等価直列抵抗 $R_1$ の小さい音叉型屈曲水晶振動子が得られる。同時に、Q値が高くなる。

(2) 小型化した場合でも等価直列抵抗 $R_1$ が小さくなる。



(3) 2 個の音叉型屈曲水晶振動子をエッチング法によって一体に形成でき、小型で周波数温度特性に優れた水晶振動子の実現できる。

(4) エッチング法によって形成できるので、量産性に優れ、1 枚のウエハ上に多数個の振動子を一度にバッチ処理できるので、安価な水晶振動子の実現できる。

(5) 本振動子は音叉形状に加工されるので、リード線等の支持による振動エネルギー損失が小さくなり、耐衝撃性に優れた音叉型屈曲水晶振動子が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の音叉型屈曲水晶振動子の座標系と音叉形状の具体例の外観図である。

【図 2】 図 1 の音叉腕 A - A' 断面図と B - B' 断面図である。

【図 3】 図 1 の音叉型屈曲水晶振動子の上面図を示す。

【図 4】 図 3 の下面図である。

【図 5】 本発明の音叉型屈曲水晶振動子の他の実施例である。

【図 6】 図 5 の音叉型屈曲水晶振動子の音叉基部 D - D' 断面図を示す。

【図 7】 図 5 の音叉型屈曲水晶振動子の上面図を示す。

【図 8】 本発明の音叉型屈曲水晶振動子形状の他の実施例を示す。

【図 9】 図 8 の音叉型屈曲水晶振動子の電氣的な接続図である。

【図 1 0】 本発明の音叉型屈曲水晶振動子の周波数温度特性の一例を示す。

【図 1 1】 本発明の音叉型屈曲水晶振動子形状の他の実施例を示す。

【図 1 2】 従来の音叉型屈曲水晶振動子とその座標系である。

【図 1 3】 図 1 2 の音叉腕の断面図を示す。

【符号の説明】

x, y, z 水晶の結晶軸

1, 1 9, 1 0 1, 1 0 2, 1 3 0, 1 3 1, 2 0 0 音叉型屈曲水晶振動子

2, 3, 2 0, 2 6, 1 0 4, 1 0 6, 1 0 8, 1 0 9, 1 3 3, 1 3 5, 1 3 9, 1 4 1, 2 0 1, 2 0 2 音叉腕

5, 6, 1 1, 1 2, 2 1, 2 2, 2 7, 2 8, 3 2, 3 3, 3 6, 1 0 5, 1 0 7, 1 0 9, 1 1 1, 1 3 4, 1 3 6, 1 3 7, 1 3 8, 1 4 0, 1 4 2, 1

43, 144 溝

4, 40, 103, 132 音叉基部

7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 23, 24, 25, 29, 30,  
31, 34, 35, 38, 39, 203, 204, 205, 206, 207, 2  
08, 209, 210 電極

17, 18, 41, 42 音叉腕の中立線

$E_x$ ,  $E_z$  x軸とz軸方向の電界

C-C', E-E', H-H' 電極端子

$W_2$  溝幅

W 音叉腕の全幅

$W_1$ ,  $W_3$  音叉腕の部分幅

$l_1$  溝の長さ

$l_2$  音叉基部の長さ

l 音叉型水晶振動子の全長

t 厚み

A-A', B-B', D-D' 断面記号

【外1】

⊕ 負極

【外2】

⊖ 正極

120, 121 音叉型屈曲水晶振動子の周波数温度特性

122 補正された周波数温度特性

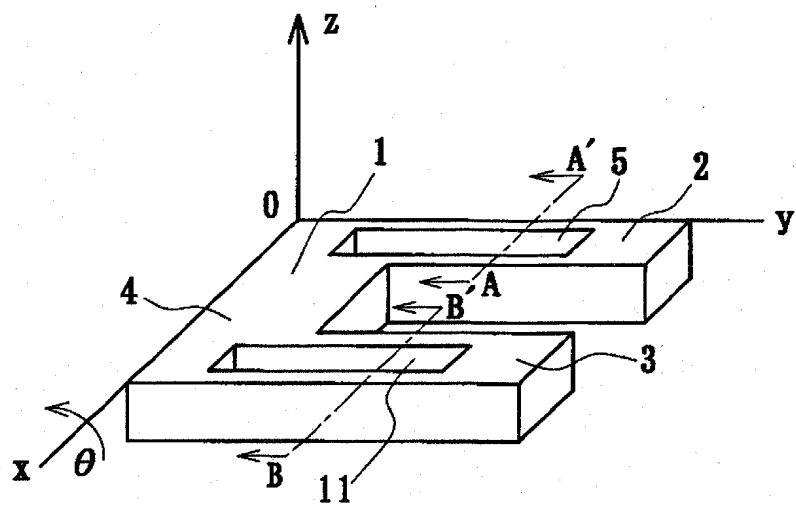
$x_1$ ,  $x_2$  音叉腕の幅

$y_1$ ,  $y_2$  音叉腕の長さ

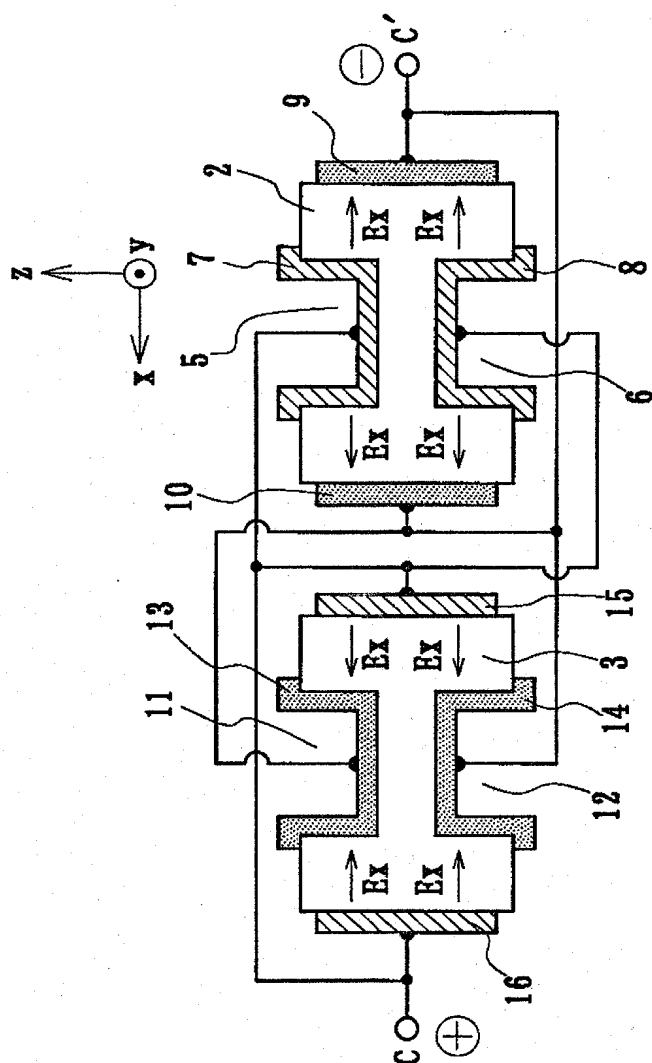
$\theta$ ,  $\phi$  角度

【書類名】 図面

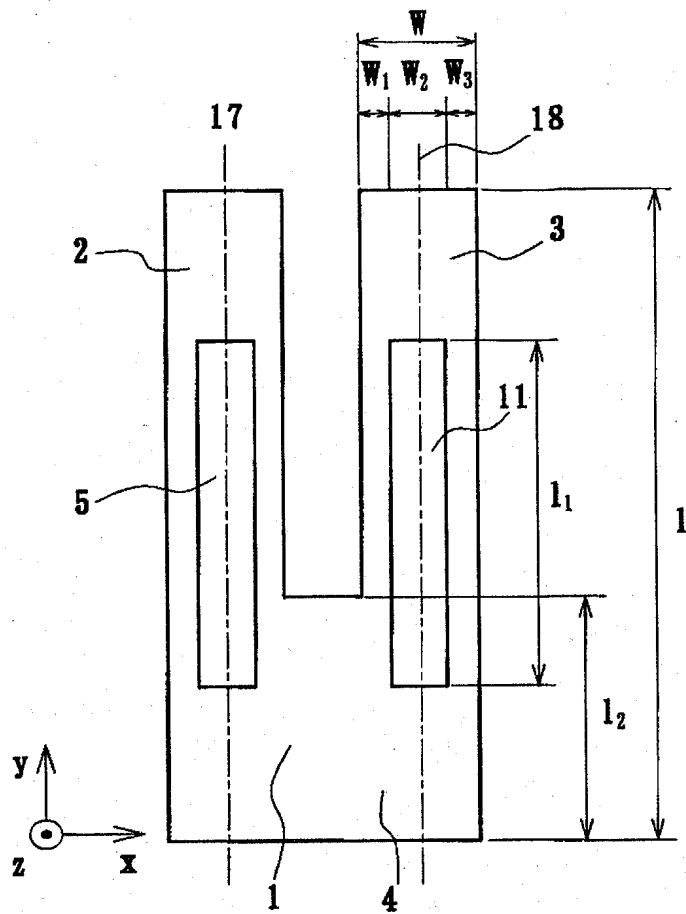
【図 1】



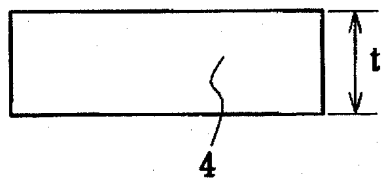
【図 2】



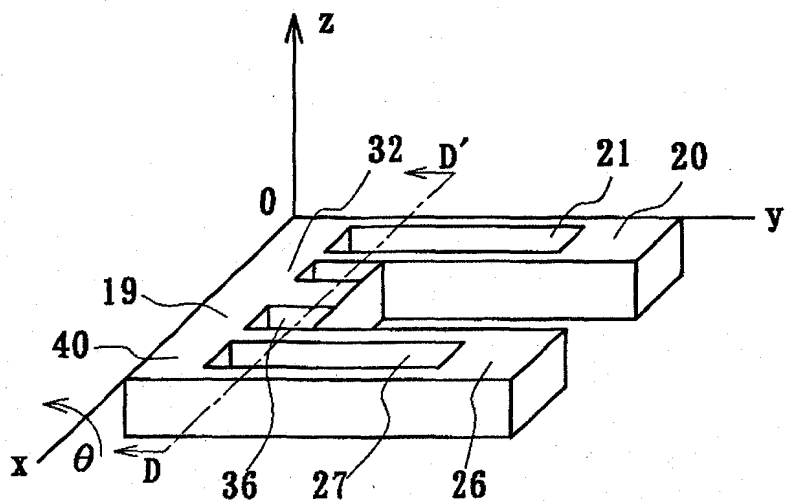
【図 3】



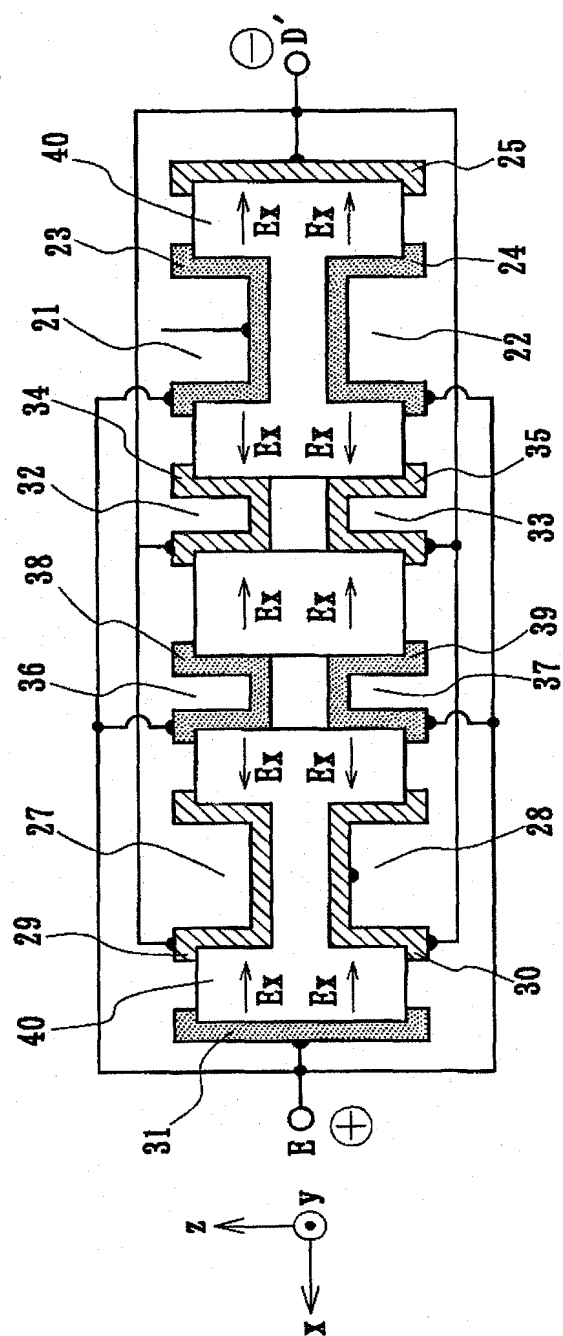
【図 4】



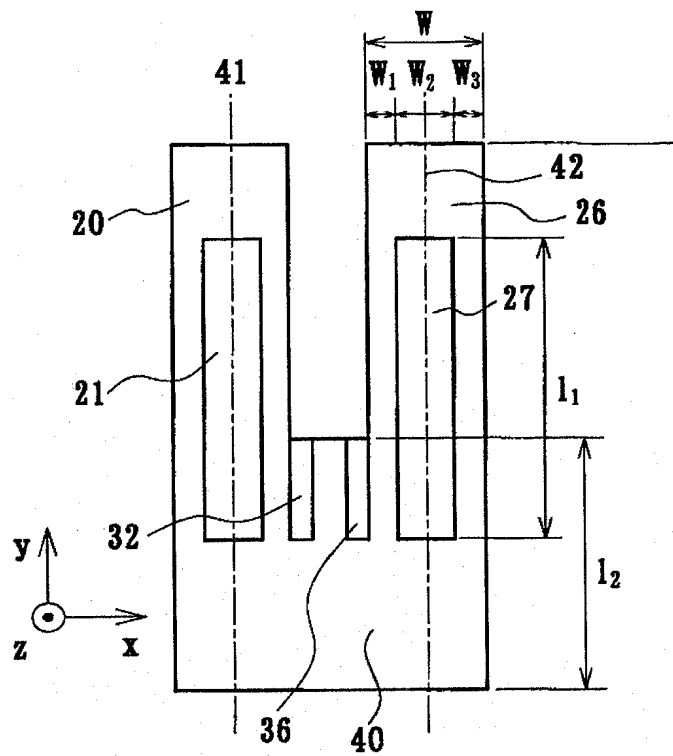
【図 5】



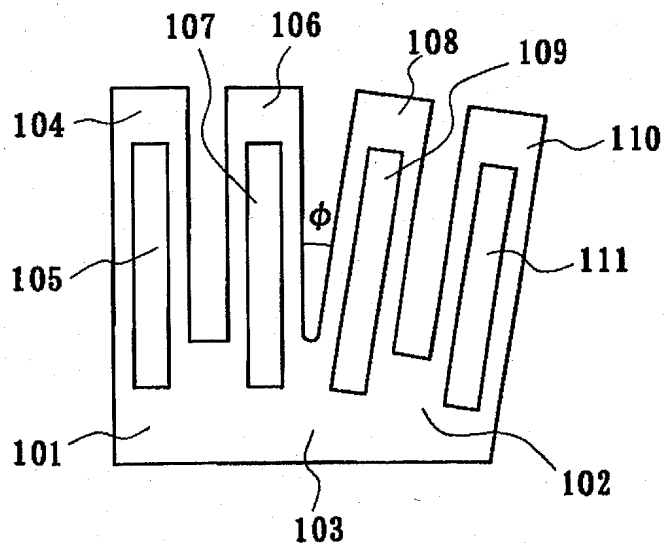
【図6】



【図 7】

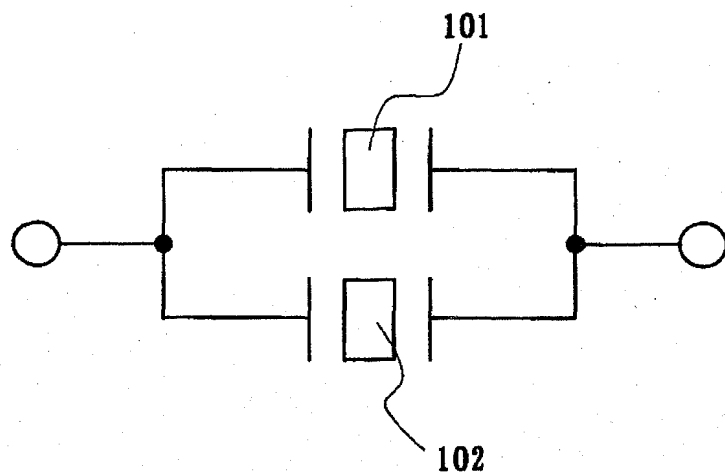


【図 8】

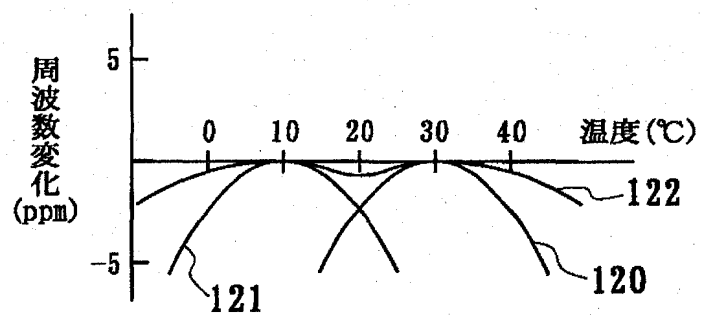




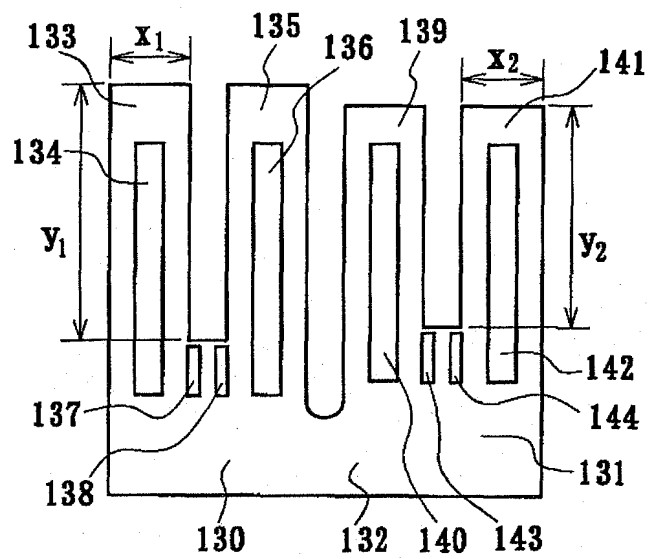
【図9】



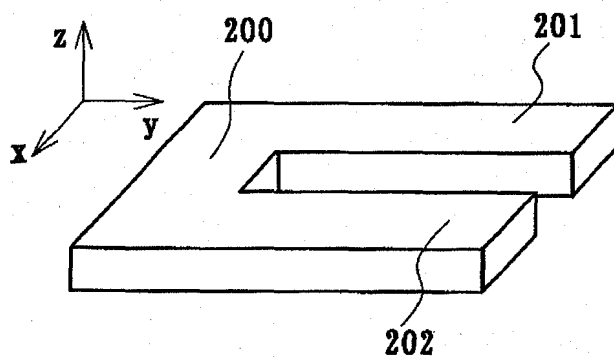
【図10】



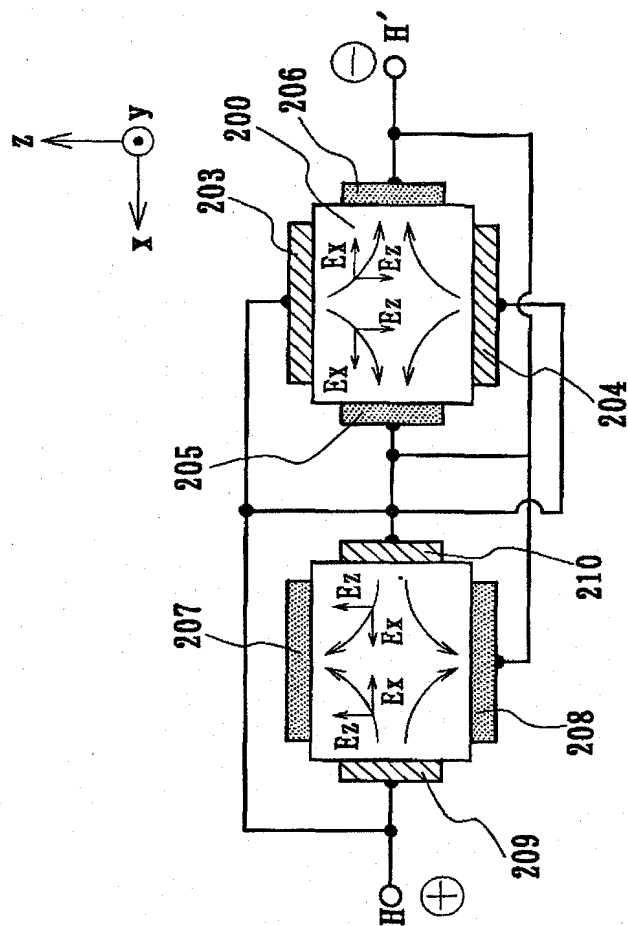
【図 1 1】



【図 1 2】



【図13】



【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    等価直列抵抗  $R_1$  が小さい超小型の音叉型屈曲水晶振動子を提供することにある。

【解決手段】    音叉腕の中立線を挟んだ中央部の上下面に溝を設け、当該溝と側面に電極を設け、音叉形状に構成されている。

音叉腕の中立線を挟んで溝を設けるので、電界が垂直に働く。その結果、電気機械変換効率が良くなるので、等価直列抵抗  $R_1$  の小さい音叉型屈曲水晶振動子が得られる。同時に、 $Q$  値が高くなる。

【選択図】            図 1

特2000-332160

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [500505197]

1. 変更年月日	2000年10月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都中野区上高田1-44-1
氏 名	有限会社ピエデック技術研究所